

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07230993 A**

(43) Date of publication of application: **29.08.95**

(51) Int. Cl.

H01L 21/3205
H01L 21/3065

(21) Application number: **06018729**

(22) Date of filing: **15.02.94**

(71) Applicant: **NEC CORP**

(72) Inventor: **MIYAMOTO HIDENOBU**
KAWAMOTO HIDEAKI

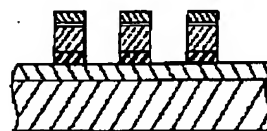
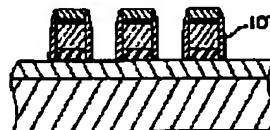
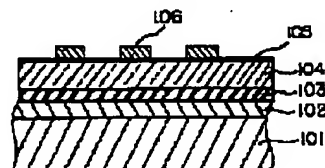
**(54) WIRING FORMING METHOD OF
SEMICONDUCTOR DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain the fine Al wiring of a semiconductor device excellent in long term reliability by a method wherein the fine Al wiring is protected against after corrosion.

CONSTITUTION: A metal film composed of a TiN layer 105, an AlCu alloy layer 104, and a TiN/Ti layer 103 is dry-etched using an oxide film 106 as a mask in a chamber and successively subjected to a BC 13 plasma treatment without being exposed to air to remove a side wall protective film 107 deposited on the metal film. Then, a wafer is transferred in a vacuum to another chamber and subjected to a down-flow plasma treatment with gas plasma contains oxygen, hydrogen and no halogen, whereby residual chlorine left on the surface of the side wall of an Al wiring is substantially, fully removed, so that the Al wiring can be protected against corrosion caused by chlorine.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-230993

(43)公開日 平成7年(1995)8月29日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3205

21/3065

H 0 1 L 21/ 88

21/ 302

N

F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-18729

(22)出願日 平成6年(1994)2月15日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 宮本 秀信

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

(72)発明者 川本 英明

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

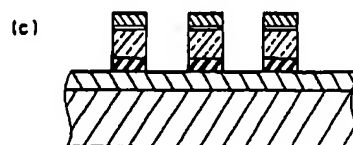
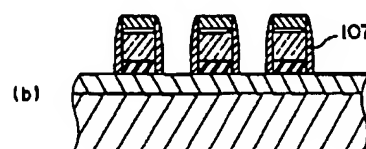
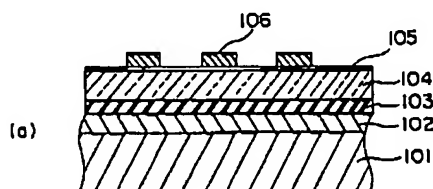
(74)代理人 弁理士 稲垣 清

(54)【発明の名称】 半導体装置の配線の形成方法

(57)【要約】

【目的】 半導体装置のAl配線のアフターコロージョンを防止し、長期的に信頼性が高い微細Al配線の加工方法を提供する。

【構成】 チャンバ内で、マスク酸化膜106をマスクとして、TiN層105、AlCu合金層104、TiN/Ti層103からなる金属膜をドライエッチングした後、この金属膜を大気にさらすことなく、引き続きBC13プラズマ処理を行なって、金属膜に付着する側壁保護膜107を除去する。次いで、真空内搬送によりウエハを別のチャンバーに搬送し、そこで、酸素および水素を含みハロゲンを含まないガスプラズマによるダウンフロープラズマ処理を行なって、Al配線の側壁表面に残留する塩素を実質的に完全に除去することで、塩素に起因するアフターコロージョンを防止する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の主面上部にアルミニウム又はアルミニウム合金を主とする金属膜を形成する工程と、該金属膜上に酸化膜を形成する工程と、該酸化膜を異方性エッチングして酸化膜パターンに形成する工程と、塩素を含むガスプラズマにより前記酸化膜パターンをマスクとして前記金属膜を異方性エッチングする工程と、該異方性エッチングに引き続き、前記金属膜を大気にさらすことなく、三塩化ホウ素および三臭化ホウ素の少なくとも一種を含むガスプラズマに前記金属膜をさらす工程とを含むことを特徴とする半導体装置の配線の形成方法。

【請求項2】 前記ガスプラズマに金属膜をさらす工程が、前記金属膜の側壁に形成された酸化膜を除去する工程である、請求項1に記載の半導体装置の配線の形成方法。

【請求項3】 前記ガスプラズマに金属膜をさらす工程に引き続き、前記金属膜を大気にさらすことなく、酸素および水素を含みハロゲン元素を実質的に含まないガスのダウンフロープラズマに前記金属膜をさらす工程を更に含む、請求項1又は2に記載の半導体装置の配線の形成方法。

【請求項4】 前記ダウンフローガスプラズマに金属膜をさらす工程が、基板温度240℃以上で行なわれる、請求項3に記載の半導体装置の配線の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体装置の配線の形成方法に関し、特に、アルミニウム又はアルミニウム合金を主とする金属膜から成る配線パターンを形成するための、半導体装置の配線の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高集積化に伴い、各素子間を接続するアルミニウム又はアルミニウム合金膜（以下、総称して単にAl膜とも呼ぶ）を主導電層とする金属配線（以下、Al配線とも呼ぶ。）も、更に微細化および多層化が求められている。このような微細化および多層化の進展は、半導体デバイス表面の凹凸を増加させ、その上に形成するAl配線のパターン加工をますます困難なものにしている。かかる大きな段差上で微細なAl配線を形成する方法として、Al膜上に形成した酸化膜をマスクとしてドライエッチングする、金属配線の形成方法が報告されている（Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 31(1992)pp. 4376-4380）。

【0003】図6（a）及び（b）は夫々、上記金属配線の形成方法を示す、各工程段階毎の半導体装置の断面図である。シリコン基板201上にシリコン酸化膜202を形成し、次いで、約500オングストローム厚のTiと、約1000オングストローム厚のTiNとから成るTiN/Ti層203をスパッタ法により形成する。引き続き、スパッタ法により、約5000オングストローム

2

厚のAlCu合金膜204を形成し、次いで、大気中に取り出さずに、連続して約500オングストローム厚のTiN膜205を形成する。これにより、アルミニウム又はアルミニウム合金を主とする金属膜がシリコン酸化膜202上に形成される。次に、プラズマCVD法により、約2000オングストローム厚のプラズマ酸化膜を形成する。

【0004】次いで、公知のフォトリソグラフィ技術を用いて、図示しないレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして、 $CF_4/CHF_3/A$ の混合ガスプラズマを用いたRIE（反応性イオンエッチング）により、前記プラズマ酸化膜をドライエッチングして、これからマスク酸化膜パターン206を形成する（図6（a））。

【0005】引き続き、マスク酸化膜パターン206をマスクとし、 Cl_2 および N_2 の混合ガスプラズマを用いたRIEにより、上記TiN/AlCu/TiN/Tiの積層膜から成る金属膜203～205をドライエッチングして、図6（b）に示す構造を得る。同図に示すように、エッチングされたマスク酸化膜パターンが、Al配線パターンの側壁に付着し、Al配線パターンの側壁保護膜207を形成する。このため、当該エッチング中において、金属膜のサイドエッチングが抑制され、得られる配線パターンについて、良好な異方性形状が得られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記報告された従来の半導体装置の配線の形成方法では、エッチングされたマスク酸化膜が、Al膜のエッチング時にAl膜パターンの側壁に付着して、その側壁保護膜として作用するので、得られるAl配線パターンについて、良好な異方性形状を得ることができる。

【0007】ところが、上記方法で得られたAl配線では、側壁保護膜にエッチングガスとして用いられた塩素が含まれており、この塩素の存在に起因してAl配線パターンにアフターコロージョンが発生することから、半導体装置のAl配線の長期的な信頼性が損なわれる欠点があった。

【0008】上記に鑑み、本発明は、基板上部にAl配線を形成するにあたって、良好な異方性形状と共に長期的な信頼性が高い微細なAl配線パターンを多層に形成することが出来る、半導体装置の配線の形成方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の半導体装置の配線の形成方法は、基板の主面上部にアルミニウム又はアルミニウム合金を主とする金属膜を形成する工程と、該金属膜上に酸化膜を形成する工程と、該酸化膜を異方性エッチングして酸化膜パターンに形成する工程と、塩素を含むガスプラズマにより

前記酸化膜パターンをマスクとして前記金属膜を異方性エッチングする工程と、該異方性エッチングに引き続き、前記金属膜を大気にさらすことなく、三塩化ホウ素および三臭化ホウ素の少なくとも一種類を含むガスプラズマに前記金属膜をさらす工程とを含むことを特徴とする。

【0010】上記配線の形成方法が、更に、前記ガスプラズマに金属膜をさらす工程に引き続き、金属膜を大気にさらすことなく、酸素および水素を含みハロゲン元素を實質的に含まないガスのダウンフロープラズマに前記金属膜をさらす工程を含むことが好ましい。このダウンフローガスプラズマに金属膜をさらす工程は、基板温度を240℃以上として行なうことが特に好ましい。

【0011】

【作用】酸化膜をマスクとして、塩素を含むガスプラズマによりアルミニウム又はアルミニウム合金を主とする金属膜を異方性エッチングした直後では、得られたAl配線パターンの側壁にAl、O、Si、Clを含んだ保護膜が形成されている。この保護膜を除去するためには、Al、Al₂O₃、Si、SiO₂を同時にエッチング除去で

きる工程が必要となる。

【0012】本発明の半導体装置の配線の形成方法では、金属膜の異方性エッチングに引き続き、金属膜を大気にさらすことなく、BCl₃およびBBr₃の少なくとも一種類を含むガスプラズマに金属膜をさらすことで、金属膜のプラズマ処理を行なってAl、O、Si、Clを含んだ側壁保護膜を除去することにより、Clの存在に起因する金属膜のアフターコロージョンを防止する。

【0013】本発明の半導体装置の配線の形成方法が、前記BCl₃及びBBr₃の少なくとも一種類を含むガスプラズマに金属膜をさらす工程に引き続き、金属膜を大気にさらすことなく、酸素および水素を含みハロゲン元素を含まないガスプラズマに金属膜をさらす工程を更に含むこととすれば、残留する塩素を實質的に完全に除去することができ、塩素に起因する金属膜のアフターコロージョンを更によく防止できる。

【0014】

【実施例】以下、本発明について更に図面を参照して説明する。図1(a)～(c)は夫々、本発明の一実施例に係る半導体装置の配線の形成方法を示すための、各工程段階毎の半導体集積回路の断面図である。

【0015】本実施例方法では、まず、シリコン基板101上にシリコン酸化膜102を形成し、次いで、約5000オングストローム厚のTiと、約1000オングストローム厚のTiNとから成るTiN/Ti層103を、スパッタ法により形成する。引き続き、スパッタ法により、約5000オングストローム厚のAlCu合金膜104を形成し、次いで、大気中に取り出さずに、連続して約500オングストローム厚のTiN膜105を形成する。これにより、アルミニウム合金を主とする金属膜が

シリコン酸化膜102上に形成される。次に、プラズマCVD法により、約2000オングストローム厚のプラズマ酸化膜を形成する。

【0016】次いで、公知のフォトリソグラフィ技術を用いて、図示しないレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして、CF₄/CHF₃/Arの混合ガスプラズマを用いたRIE（反応性イオンエッチング）により、前記プラズマ酸化膜をドライエッチングして、これからマスク酸化膜パターン106を形成する（図1(a)）。

【0017】引き続き、マスク酸化膜パターン106をマスクとし、Cl₂およびN₂の混合ガスプラズマを用いたRIEにより、上記TiN/AlCu/TiN/Tiの積層膜から成る金属膜103～105をドライエッチングして、図1(b)に示す構造を得る。このときのエッチング条件は、例えば、ガスの混合比としてCl₂:N₂=63:13(sccm比)を、圧力として5mTorrを、RFパワーとして500Wを夫々採用する。

【0018】金属膜のプラズマエッチング直後には、得られたAl配線パターンの側壁には、側壁保護膜107が形成されている。この側壁保護膜107の組成を、AlCu合金膜104の側部においてマイクロオージェ分析法(μ-AES)によって分析した。その結果を図2(a)に示す。同図では、横軸はArスパッタ量をSiO₂換算した値(オングストローム)で示され、縦軸は計測された各元素の原子濃度(%)で示されている。側壁保護膜107は、Al、O、N、Si、Clを含み、SiO₂換算で400～500オングストローム厚の膜である。

【0019】図2(a)から理解できるように、側壁保護膜107とAlCu合金膜104の界面にはClがトラップされている。このようにClを含む側壁膜が付着したまま基板を大気中に取り出した場合には、Clに起因するアフターコロージョンがAl膜に発生し、Al配線に致命的な不良が発生するおそれがある。また、このような側壁膜が付着したAl配線は長期的な信頼性で問題がある。

【0020】そこで、本実施例においては、上記ドライエッチング直後のシリコン基板を真空チャンバー内に保持したまま、引き続き、三塩化ホウ素(BCl₃)を含むガスプラズマを用いたRIEにより、上記Al、O、N、Si、Clを含む側壁膜を除去する。この工程を採用することにより、側壁保護膜107が除去された構造(図1(c))が得られる。このときのBCl₃プラズマによる処理条件は、例えば、BCl₃の流量を50sccm、圧力を10mTorr、RFパワーを200W、エッチング時間を30秒として行う。

【0021】図2(b)は、BCl₃によるプラズマ処理を行った後のAl配線側壁の成分の分析結果を、同図(a)と同様に示す。図2(b)を参照すると、Al以

外の成分が全て大きく減少していることから、前記プラズマ処理によりAl配線から側壁保護膜の大半が除去されることが理解できる。また、Clを含む層が側壁の最表面に現れていることも示されている。この側壁表面に付着しているClを除去することにより、Clに起因するアフターコロージョンを実質的に完全に防止でき、従って、長期的にも信頼性の高いAl配線を形成することが可能である。

【0022】本実施例では、上記側壁表面のClを除去するために、BCl₃プラズマ処理が終了したシリコン基板を、真空内搬送により別チャンバーに搬送し、そこで、酸素および水素を含みハロゲンを実質的に含まないガス、例えばCH₃OHのガスプラズマを利用したダウンフロープラズマによる処理を行う。この処理によりAl配線の側壁表面に付着したClを実質的に完全に除去でき、その後シリコン基板を大気に取り出した後に生ずるアフターコロージョンの発生を抑えることができる。ダウンフロープラズマ処理における条件は、例えば、CH₃OHの流量を100sccm、圧力を1.2Torr、マイクロ波パワーを1000W、ウエハーステージ温度を200℃、処理時間を120秒とする。

【0023】図3～図5は夫々、上記実施例の効果を示す図で、上述のBCl₃プラズマ処理の条件およびダウンフロープラズマ処理の条件を一部変更し、その変更した処理条件とそれから得られた配線のコロージョン数との関係を示している。以下、夫々について説明する。なお、下記で特定されないプラズマ条件は、何れも上述の条件を採用したものである。

【0024】図3は、BCl₃プラズマ処理における処理時間のみを変え、その他の条件は上述の通りとして、アフターコロージョン発生数の処理時間依存性を調べた結果を示している。同図では、この依存性を、ダウンフロープラズマ処理後に大気中に放置した経過時間が24時間(a)、48時間(b)の夫々の場合について示している。同図から理解できるように、コロージョン発生数は、BCl₃プラズマ処理の継続時間が長くなるに従って減少し、30sec以下のプラズマ処理時間では、その後大気中に放置するとコロージョンが発生し、また、30sec以上のBCl₃プラズマ処理時間を採用した場合には、コロージョンを実質的に完全に除去できる。

【0025】図4は、ダウンフロープラズマ処理において、ガス条件を種々に変えることで実質的にCH₃OHの流量を変更し、処理後24時間放置した後に発生したコロージョン数のダウンフロー処理時間依存性を、それ以前にBCl₃プラズマ処理を行なわなかった場合(c)、およびBCl₃プラズマ処理を30sec行なった場合(d)の夫々について調べた結果を示している。同図から、BCl₃プラズマ処理の有効性が確認でき、また、CH₃OHの流量が100sccm以上で、アフターコロージョンの発生を実質的に完全に防止できること

が理解できる。ダウンフロープラズマ処理のガス中に水素含有量が多いほどコロージョン防止効果大きい。

【0026】図5は、BCl₃プラズマ処理を15sec行ない、次いで、CH₃OHによるダウンフロープラズマ処理を90sec行なった場合について、ダウンフロープラズマ処理での基板温度を変え、コロージョン発生数の基板温度依存性を、処理後の放置時間が24時間(e)および48時間(f)の夫々について調べた結果を示している。同図に見ることく、ダウンフロープラズマ処理では、基板温度が200℃以上でアフターコロージョン防止効果が現れ、また、基板温度が240℃以上で十分なアフターコロージョン防止効果が得られる。この場合、ダウンフロープラズマ処理での基板温度を240℃以上とすることにより、ダウンフロープラズマ処理に要する時間およびBCl₃プラズマ処理に要する時間の短縮が可能となり、全体のスループット向上が可能となる。

【0027】上記実施例では、Al膜のドライエッチング時に形成された酸化膜から成る側壁膜を、BCl₃ガスプラズマ処理により除去し、引き続きCH₃OHのガスプラズマによるダウンフロープラズマ処理を行うことで、残留するClを実質的に完全に除去することにより、コロージョン発生を有効に抑え、これにより信頼性の高いAl配線の形成を可能とするものである。

【0028】なお、上記実施例の構成は例示であり、本発明の半導体装置の配線の形成方法は、上記実施例の構成にのみ限定されるものではない。例えば、上記実施例では、BCl₃ガスのプラズマ処理を行なった例を挙げたが、BCl₃に代えてBBr₃(三臭化ホウ素)を採用することができる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体装置の配線の形成方法は、アルミニウム又はアルミニウム合金を主とする金属膜を異方性エッチングした後に、これを大気にさらすことなく、BCl₃およびBBr₃の少くとも一種類を含むガスプラズマにより金属膜を処理する構成を採用したことにより、Al配線と側壁保護膜との界面に存在するClを除去することができるので、Clに起因するアフターコロージョンの発生を抑え、異方性形状が良好で且つ長期的に信頼性が高いAl配線を形成することが可能となる。

【0030】また、前記BCl₃およびBBr₃の少なくとも一種類を含むガスプラズマに金属膜をさらす工程に引き続き、該金属膜を大気にさらすことなく、酸素および水素を含みハロゲン元素を実質的に含まないガスプラズマによるダウンフロープラズマに金属膜をさらすことにより、金属膜の側壁表面に付着したClをも除去できるので、Al配線に生ずるアフターコロージョンの防止を更に有効に行なうことが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(c)は夫々、本発明の一実施例の半

導体装置の配線の形成方法を示すための、半導体装置の各工程段階毎の断面図。

【図2】(a) および (b) は夫々、 BCl_3 ガスプラズマ処理を行う前後の Al 配線側壁の成分のマイクロオージェ分析法による分析結果を示すグラフ。

【図3】 Al 配線のアフターコーロージョン防止効果に対する BCl_3 プラズマによる処理時間の依存性を示すグラフ。

【図4】 Al 配線のアフターコーロージョン防止効果に対する BCl_3 処理の有無およびダウンフロー処理のガス条件の依存性を示すグラフ。

【図5】 Al 配線のアフターコーロージョン防止効果に対するダウンフロープラズマ処理での基板温度依存性を示

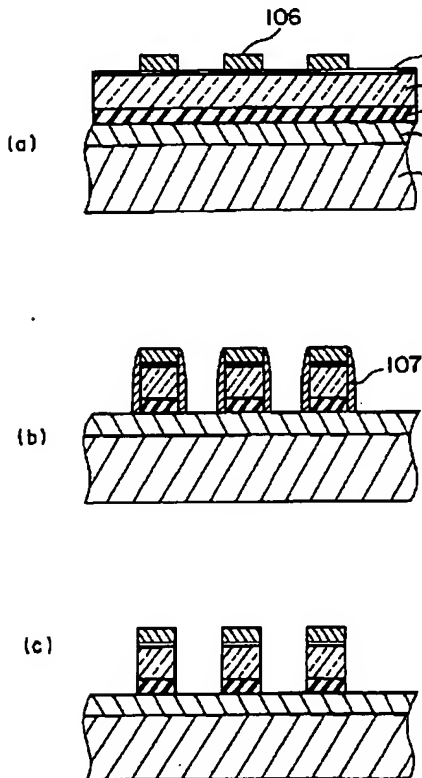
すグラフ。

【図6】 (a) および (b) は夫々、従来の半導体装置の配線の形成方法を示すための、各工程段階毎の半導体装置の断面図。

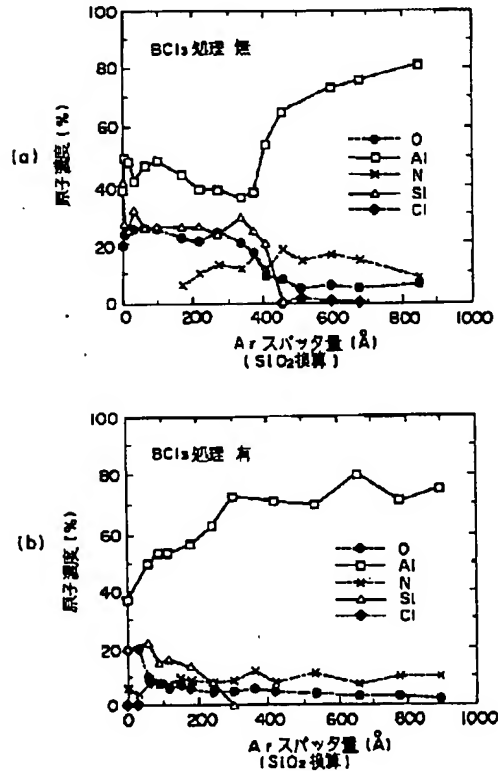
【符号の説明】

- 101、201 シリコン基板
- 102、202 シリコン酸化膜
- 103、203 TiN/Ti層
- 104、204 AlCu合金膜
- 105、205 TiN層
- 106、206 マスク酸化膜パターン
- 107、207 側壁保護膜

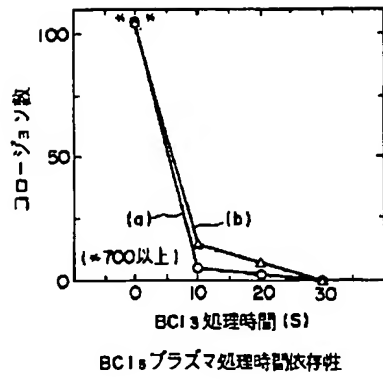
【図1】



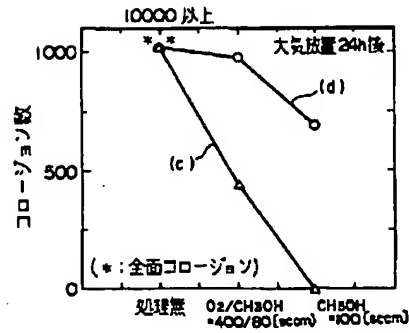
【図2】



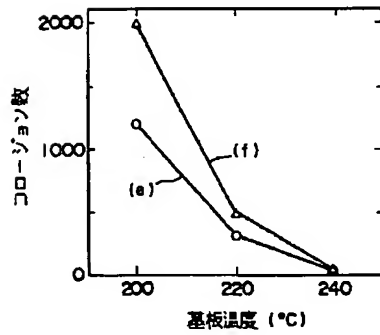
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

